



⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 21 741 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>  
**G 06 M 11/00**

⑲ Aktenzeichen: 197 21 741.9  
⑳ Anmeldetag: 24. 5. 97  
㉑ Offenlegungstag: 28. 11. 98

DE 197 21 741 A 1

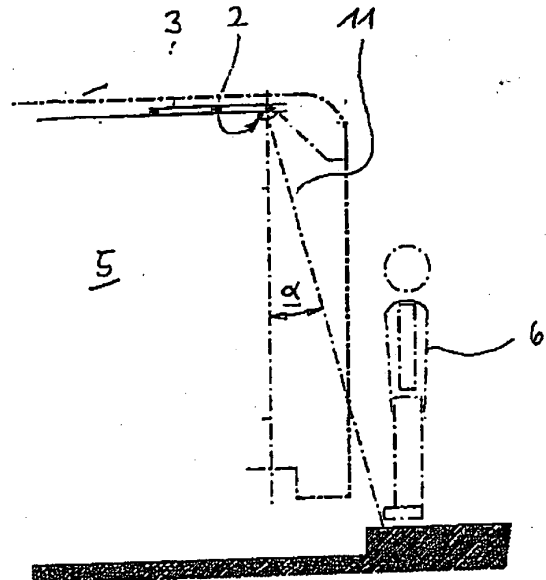
⑲ Anmelder:  
Apricot Technology GmbH, 76276 Ettlingen, DE  
⑳ Vertreter:  
Geitz, H., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 76133 Karlsruhe

⑳ Erfinder:  
Hafner, Carl-Josef, 76136 Karlsruhe, DE; Etzkörn,  
Hans-Peter, 76646 Bruchsal, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen und Abzählen sich längs einer vorbestimmten Richtung bewogender Objekte

⑤⑤ Bei sich längs einer vorbestimmten Richtung bewogenden Objekten, etwa ein öffentliches Verkehrsmittel betretenden und/oder verlassenden Personen (6), wird in einer zur bestimmungsgemäßen Bewegungsrichtung der Objekte quer verlaufenden Ebene kontinuierlich und in vorgegebenen Zeitabständen der Abstand der Objekte zu einem vorgegebenen Referenzpunkt (2), etwa mittels optischer Triangulation, ermittelt. Aus den gemessenen Abstandsdaten wird eine Abstandsfunktion erstellt, die mit eingegebenen oder vorbestimmten Abstandscharakteristiken verglichen wird und dadurch Informationen über die Anzahl und/oder die Bewegung und/oder die Art der Objekte liefert.



DE 197 21 741 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein System zum Erfassen und Abzählen sich längs einer vorbestimmten Richtung bewegender Objekte, insbesondere ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Abzählen von einem Raum tretenden und/oder verlassenden Personen.

Derartige Verfahren und Vorrichtungen sind bekannt und werden insbesondere bei der Personenzählung in öffentlichen Verkehrsmitteln verwendet. Ziel ist dabei die möglichst exakte Feststellung der Anzahl der Fahrgäste, die jeweils an einer Haltestelle zu- bzw. aussteigen, um auf diese Weise einen Überblick über die üblicherweise in Personenkilometern (Pkm) ausgedrückte Transportleistung des Verkehrsmittels zu erhalten.

Problematisch ist in diesem Zusammenhang, daß moderne Massenverkehrsmittel mit breiten Einstiegsbereichen versehen sind, die das gleichzeitige Zustiegen mehrerer Personen ermöglichen. Aus diesem Grunde ist auch die Verwendung gewöhnlicher horizontal angeordneter Lichtschranken für diesen Zweck nicht sinnvoll. Statt dessen kommen geometrisch angeordnete aktive und passive Infrarotsensoren zum Einsatz, deren Wirkungsprinzip beispielsweise in der Zeitschrift "Der Nahverkehr", 4/96, Seite 57 ff. beschrieben wird. Dabei sind im Dachbereich der Einstiege der Fahrzeuge Infrarotstrahler angeordnet, die während des Aufenthaltes des Fahrzeuges an Haltestellen gepulste Signale in Richtung des Einstiegsbereiches aussenden. Ein Teil der Signale wird von den ein- bzw. aussteigenden Personen in Richtung von Infrarotsensoren gestreut und dort in einen elektronischen Impuls umgewandelt. Mit einer geeigneten geometrischen Anordnung von Sendern und Sensoren gelingt es, die Zahl sowie die Bewegungsrichtung der sich im Einstiegsbereich des Verkehrsmittels bewegend Personen mit einer Genauigkeit von bis zu 95% zu erhalten. Nachteilig bei dieser Vorrichtung zur Personenzählung ist jedoch, daß es durch Reflexionen und Absorptionen des ausgestrahlten Infrarotlichtes sowie durch die gegenseitige Beeinflussung der Sensoren untereinander zu häufigen Fehlmessungen kommt, die die Zuverlässigkeit der ermittelten Daten deutlich beeinträchtigen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist somit die Schaffung eines Verfahrens zum Zählen bewegter Objekte, das sich gegenüber den Zählsystemen nach dem Stande der Technik durch eine höhere Zuverlässigkeit der ermittelten Daten auszeichnet, und einer Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens.

In verfahrenstechnischer Hinsicht ist diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Im Gegensatz zum Erfassungssystem nach dem Stande der Technik bei dem nur ein punktwises Abtasten eines Durchschlagsbereiches nach Objekten erfolgt, und das somit keinerlei Aussage über die Art und die Größe der sich hindurchbewegenden Objekte erlaubt, wird durch das erfindungsgemäße Verfahren eine zeitabhängige Funktion des Objektes erstellt, die für dieses Objekt und seine Bewegung charakteristisch ist. Auf diese Weise ist es leicht möglich, beispielsweise Personen von Gegenständen zu unterscheiden, die in den Fahrgastraum hineingetragen werden. Somit ist das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere dann vorteilhaft, wenn neben einer nur quantitativen Erfassung sich bewegender Objekte auch qualitative Informationen über diese Objekte notwendig oder sinnvoll sind. Der Anwendungsbereich dieses Verfahrens ist also somit nicht auf das Zählen gleichartiger Gegenstände beschränkt, sondern erlaubt auch die Erfassung von Objekten, bei denen die Berücksichtigung wesentypischer Besonderheiten von Belang

ist.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Abstandsmessung in einer schräg zur bestimmungsgemäßen Bewegungsrichtung der Objekte verlaufenden Ebene. Durch diese Weiterbildung ist eine einfache Möglichkeit gegeben, auch die Bewegungsrichtung der sich bewegend Objekte zuverlässig zu erfassen.

Ein besonders zuverlässiges Verfahren zur Messung des Abstandes zwischen dem sich bewegend Objekt und dem Referenzpunkt bedient sich der sogenannten Triangulation. Bei diesem Verfahren, das an sich bekannt und in der Zeitschrift "PHOTONICS NEWS", April 1997, Seite 3, beschrieben ist sowie bisher insbesondere zur Oberflächenprüfung oder zur Abstandsmessung unbewegter Objekte eingesetzt wurde, wird ein kollimierter Strahl eines Lasers oder einer Leuchtdiode auf eine Zieloberfläche gestrahlt. Ein beabstandet von der Strahlungsquelle angeordneter Detektor erfaßt das vom Ziel gestreute Licht und ermittelt aus dem Auftreffwinkel die Entfernung des Ziels vom Detektor. Ein solches Verfahren wurde bislang noch nicht zur Zählerfassung bewegter Objekte eingesetzt.

Besonders vorteilhaft ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Fahrgastzählung in öffentlichen Verkehrsmitteln. Mit diesem Verfahren läßt sich die Zahl der an einer Haltestelle ein- und aussteigenden Personen sehr viel zuverlässiger erfassen als mit automatischen Zählverfahren nach dem Stande der Technik.

In vorrichtungstechnischer Hinsicht ist die Aufgabe durch ein System zum Erfassen und Abzählen gelöst, das die Merkmale des Patentanspruchs 5 aufweist.

Dabei werden die von einem Signalgeber ausgesandten und von den zu erfassenden Objekten in einen vorbestimmten Raumbereich gestreute Signale von einem ortsauflösenden Detektor erfaßt. Aus der zeitlichen und räumlichen Abfolge der vom Detektor empfangenen Signale wird in einer mit dem Detektor wirkverbundenen Auswertereinheit eine zeitabhängige Abstandsfunktion der bewegten Objekte erstellt. In einer Signalverarbeitungseinheit wird diese erfaßte Abstandsfunktion mit bekannten, vorgegebenen oder eingelesenen Abstandsscharakteristiken verglichen. Der Betrieb der Signalverarbeitungseinheit mit einem geeigneten Auswertalgorithmus ermittelt aus dem Vergleich der Abstandsfunktion mit den Abstandsscharakteristiken Informationen über die Art, die Zahl und/oder die Bewegung der bewegten Objekte. Die Information wird in einem elektronischen Speicher zur späteren Weiterverarbeitung abrufbar abgelegt.

In besonders vorteilhafter Weise wird die Bewegungsrichtung der Objekte erfaßt, indem der Signalgeber die Signale in einer zur bestimmungsgemäßen Bewegungsrichtung vorbestimmten Neigung abstrahlt. Die aus der Streuung der Signale erstellte Abstandsfunktion weist für die Bewegungsrichtung des erfaßten Objekts charakteristische Merkmale auf.

Zweckmäßigerweise wird das Erfassungssystem mit optischen Mitteln betrieben, wobei etwa eine Fotodiode oder ein Laserstrahler als Signalgeber und ein ortsauflösender optischer Detektor als Empfangseinheit verwandt wird.

Als besonders zuverlässiger und wirkungsvoller optischer Detektor kommt ein positionsempfindlicher Detektor (PSD) oder auch eine Differentialfotodiode in Frage.

Zweckmäßigerweise ist das Erfassungssystem mit einer seriellen Schnittstelle verbunden, mittels der das Erfassungssystem mit externen Geräten verbindbar ist und die aus dem Vergleich der Abstandsfunktion mit den Abstandsscharakteristiken erhaltenen Informationen zur elektronischen Weiterverarbeitung übertragbar sind.

Die Kombination mehrerer Signalgeber und/oder Emp-

fangseinheiten ermöglicht die Kontrolle auch breiter Durchgangsbereiche, wie etwa sehr breiter Eingangstüren von öffentlichen Verkehrsmitteln. Wesentlich dabei ist, daß die entsprechenden Signalgeber bzw. Empfangseinheiten aufeinander abgestimmt sind, um ein gegenseitiges Beeinflussen der Signalgeber bzw. der Empfangseinheiten zu verhindern. Vorzugsweise kann dies dadurch geschehen, daß die Signalgeber bzw. die Empfangseinheiten mit Taktgeneratoren betrieben werden, die gegeneinander in vorbestimmter Weise verstimmt sind, wodurch eine gegenseitige Beeinflussung durch Streulicht oder durch unbeabsichtigte Reflexionen wirksam vermieden wird.

In den beigefügten Zeichnungen soll anhand eines Ausführungsbeispiels die Erfindung näher erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1 ein als Personenzählsystem zur Erfassung der in ein öffentliches Verkehrsmittel ein- und/oder aussteigenden Personen ausgebildetes Erfassungssystem in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 2 das Erfassungssystem aus Fig. 1 in einer Querschnittsansicht,

Fig. 3 die elektronischen Verfahrensschritte zur Ermittlung einer Abstandsfunktion bei dem Erfassungssystem aus Fig. 1 und

Fig. 4 die elektronischen Verfahrensschritte zur Auswertung einer Abstandsfunktion.

Das in Fig. 1 gezeigte Erfassungssystem 1 besitzt eine Sende- und Empfangseinheit 2, die an der Dachrahmenkonstruktion 3 im Eingangsbereich 4 eines öffentlichen Verkehrsmittels, etwa eines Busses oder einer Straßenbahn, angeordnet ist, und dient der Erfassung der Anzahl der an einer Haltestelle ein- bzw. aussteigenden Personen 6.

Die Sende- und Empfangseinheit weist mehrere Strahler 10 auf, die jeweils einen gut kollimierten Lichtstrahl 11 in eine Richtung schräg nach unten in den Eingangsbereich 4 hinein aussenden. Zur Abdeckung der gesamten Breite des Eingangsbereichs 4 sind im Ausführungsbeispiel insgesamt sechs derartige Strahler 10 beabstandet voneinander angeordnet, die zueinander jeweils parallele Signalstrahlen 11 aussenden.

Gegenüber der Vertikalen sind die Signalstrahlen 11 in einem vorbestimmten Winkel  $\alpha$ , im Beispiel etwa  $15^\circ$ , geneigt, um die Bewegungsrichtung von den Eingangsbereich 4 des Verkehrsmittels 5 durchquerenden Personen 6 in der unten näher erläuterten Weise zu ermitteln.

Die von dem Strahler 10 emittierten Lichtsignale werden von den den Eingangsbereich 4 durchquerenden Personen oder Objekten gestreut und teilweise in Richtung auf in der Sende- und Empfangseinheit 2 angeordnete ortsauflösende Detektoren 12, beispielsweise positionsempfindliche Detektoren, reflektiert. Die Verwendung ortsauflösender Detektoren 12 ermöglicht die Erfassung des Objektabstandes von der Sende- und Empfangseinheit 2 mittels optischer Triangulation. Dabei wird der Position des vom Detektor 12 empfangenen Streulichtsignals auf dem Detektor 12 in eindeutiger Weise ein Abstand zwischen Detektor 12 und dem Auftreffpunkt der vom Strahler 10 emittierten Signale auf die Oberfläche der Person oder des Objekts zugeordnet. In der Sende- und Empfangseinheit 2 werden dabei folgende elektronische Verfahrensschritte durchgeführt:

Mit einem Taktgenerator 15 wird ein Taktsignal erzeugt, mit dessen Hilfe der Strahler 10 über den Verstärker 16 betrieben wird. Die von sich im Eingangsbereich 4 bewegenden Objekten gestreuten und vom Detektor 12 empfangenen Signale des Strahlers 10 erzeugen im Detektor 12 zwei Fotoströme, deren Verhältnis proportional der Position der maximalen Lichtstärke des vom Detektor 12 empfangenen Streulichts auf dem Detektor ist. Diese Ströme I1 und I2 werden

zunächst parallel in zwei äquivalenten Signalpfaden verarbeitet. In einem Strom-Spannungskonverter 18, 18' werden die genannten Ströme in eine dem jeweiligen Strom proportionale Spannung umgesetzt. Um Fremdsignale zu unterdrücken, ist ein Bandpaß 19, 19' im jeweiligen Signalpfad vorgesehen. Dem Bandpaß 19, 19' folgt eine automatische Verstärkungsregelung. Diese besteht aus dem Regelverstärker 21, 21', dem Gleichrichter 22, 22' und dem analogen ODER-Glied 24. Mit dieser Verstärkungsregelung wird auf das Maximum der Signalspannung geregelt. Das Signal wird im Synchrongleichrichter 25, 25' moduliert. Zur Modulation dient ein aus dem Taktgenerator 15 und einem Sinusformer 26 generiertes Referenzsignal. Mit einem nachgeschalteten Tiefpaß 28, 28' werden unerwünschte hochfrequente Spektralanteile unterdrückt. Der folgende Regelverstärker 29, 29' verstärkt die Signale derart, daß die Summe 31 der beiden Signale auf einem konstanten Wert gehalten wird.

Die Ausgangssignale der Regelverstärker 29, 29' sind proportional zu den Eingangsströmen I1, I2. Der Quotient aus Differenz 33 und Summe 31 der Signale der beiden Signalpfade ist ein Maß für den Abstand des von dem Strahler 10 emittierten Signals auf das Objekt vom Detektor.

Zeitlich aufeinanderfolgende Abstandsmessungen werden in einer Signalverarbeitungseinheit in einem A/D-Wandler 37 digitalisiert und einer Auswertestufe 38 zugeführt. Dort wird aus den digitalisierten Meßdaten eine zeitabhängige Abstandsfunktion des sich jeweils durch den Eingangsbereich hindurchbewegenden Objektes erstellt und mit angegebenen bzw. vorbekannten Abstandsscharakteristiken verglichen. Aus dem Abgleich der Abstandsfunktion mit den Abstandsscharakteristiken wird auf die Anzahl der ein- und/oder aussteigenden Personen bzw. Objekte geschlossen. Das Ergebnis der Auswertung kann über ein serielles Interface 39 zur statistischen Auswertung ausgelesen werden. Ein dem A/D-Wandler 37 vorgeschalteter Multiplexer 40 dient zum Einlesen der Abstandsinformationen mehrerer im Eingangsbereich 4 nebeneinander angeordneter Detektoren 12.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß die mit dem Erfassungssystem 1 ermittelte Abstandsfunktion auch eine Information über die Bewegungsrichtung einer den Eingangsbereich 4 durchquerenden Person enthält. Während bei der Bewegung der Person in das Verkehrsmittel 5 hinein eine kontinuierliche Abnahme des Abstandes zwischen Person und Detektor erfaßt wird und nach dem Durchschreiten der durch die Lichtstrahlen 11 definierten Ebene, wodurch ein abrupter Abbruch des detektierten Reflexionssignals erfolgt, ist der zeitliche Ablauf der vom Detektor erfaßten Signale bei einer das öffentliche Verkehrsmittel 5 verlassenden Person gerade umgekehrt: Auf die abrupte Detektion eines geringen Abstandes der den Eingangsbereich 4 durchquerenden Person von der Sende- und Empfangseinheit 2 folgen Signale, die eine kontinuierliche Abnahme des ermittelten Abstandes signalisieren.

Bei der Verwendung mehrerer Signalgeber 10, wie in Fig. 1 gezeigt, werden die dem jeweiligen Signalgeber 10 zugeordneten Taktgeber 15 gegeneinander verstimmt, um eine störende gegenseitige Beeinflussung der Signalgeber 10 zu vermeiden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen und Abzählen sich längs einer vorbestimmten Richtung bewegender Objekte, insbesondere zum Abzählen von einem Raum tretenden und/oder verlassenden Personen, bei dem
  - ein in einer quer zur bestimmungsgemäßen Be-

wegungsrichtung der Objekte (6) verlaufenden Ebene gemessener Abstand (h) der Oberflächen der die Ebene querenden Objekte (6) zu einem Referenzpunkt (12) kontinuierlich oder in vorbestimmten Zeitabständen erfaßt wird,  
 – aus den gemessenen Abstandsdaten (h) eine zeitabhängige, die Bewegung der Objekte (6) beschreibende Abstandsfunktion berechnet wird,  
 – die Abstandsfunktion mit vorbestimmten und/oder eingegebenen Abstandscharakteristiken bekannter Objekte verglichen wird und hieraus Informationen über die Anzahl und/oder die Bewegung und/oder die Art der Objekte (6) gewonnen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsmessung in einer schräg zur bestimmungsgemäßen Bewegungsrichtung der Objekte verlaufenden Ebene (11) erfolgt, so daß aus der Abstandsfunktion die Bewegungsrichtung des jeweiligen Objekts (6) bestimmbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Abstandsmessung des Objekts (6) vom Referenzpunkt (12) ein optisches Triangulationsverfahren verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch die Verwendung des Verfahrens zur Zählung von in ein öffentliches Verkehrsmittel (5) ein- und/oder aussteigenden Personen (6).
5. System zum Erfassen und Abzählen sich längs einer vorbestimmten Richtung bewogender Objekte, insbesondere zum Abzählen von einem Raum tretenden und/oder verlassenden Personen mit einem Signalgeber (10), etwa eine Schall- oder einer Strahlungsquelle, der Signale in eine zur bestimmungsgemäßen Bewegungsrichtung der Objekte (6) im wesentlichen senkrechte Richtung aus sendet und mit einem vom Signalgeber beabstandet angeordneten Detektor (12) zum Erfassen der von den Objekten in einen vorbestimmten Raumbereich gestreuten Signale des Signalgebers (10), dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Detektor (12) um einen ortsauflösenden Detektor handelt mit dem eine aus der zeitlichen und räumlichen Abfolge der vom Detektor (12) empfangenen Signale eine zeitabhängige Abstandsfunktion der bewegten Objekte (6) erstellende Auswerteeinheit (35) wirkverbunden ist, und eine der Auswerteeinheit (35) zugeschaltete Signalverarbeitungseinheit (38) aus dem Vergleich der Abstandsfunktionen mit vorgegebenen oder eingelesenen Abstandscharakteristiken Informationen über die Zahl und/oder die Bewegungsrichtung und/oder die Art der bewegten Objekte (6) errechnet und diese Informationen in einem elektronischen Speicher abrufbar ablegt.
6. Erfassungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber (10) die Signale in einer vorbestimmten Neigung ( $\alpha$ ) zur bestimmungsgemäßen Bewegungsrichtung der Objekte (6) abstrahlt.
7. Erfassungssystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Signalgeber (10) eine Lichtquelle, etwa eine Fotodiode oder ein Laserstrahler, und als Empfangseinheit (12) ein optischer Detektor verwendet wird.
8. Erfassungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als optischer Detektor (12) ein positionsempfindlicher Detektor (PSD) eingesetzt wird.
9. Erfassungssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als optischer Detektor (12) eine Differential-Fotodiode eingesetzt wird.

10. Erfassungssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (38) mit einer seriellen Schnittstelle (39) verbunden ist.
11. Erfassungssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 10, gekennzeichnet durch mehrere aufeinander abgestimmte Signalgeber (10) und/oder Empfangseinheiten (12).

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

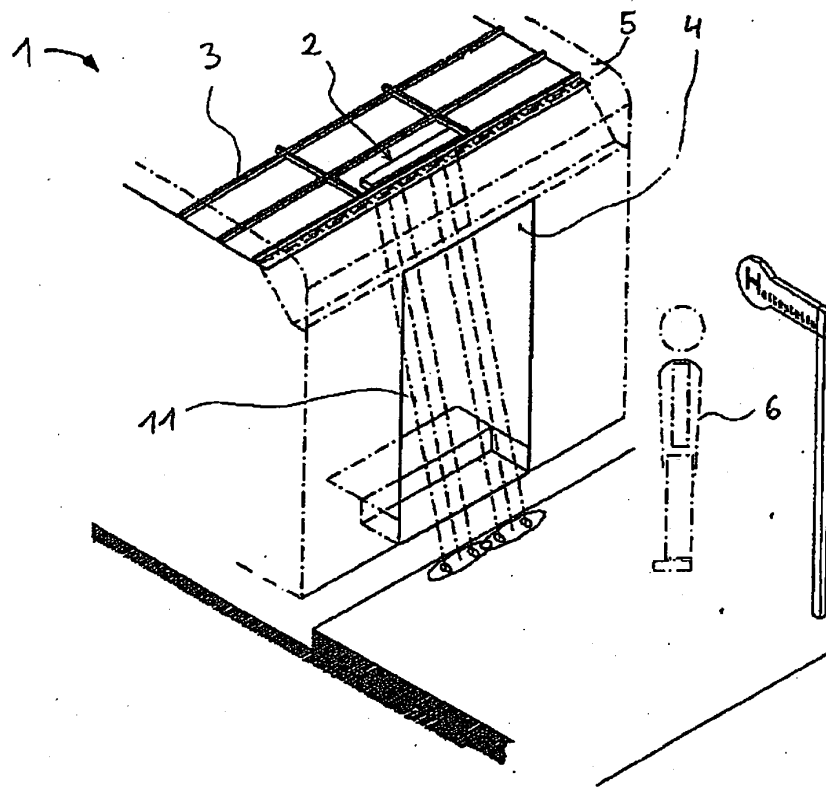


Fig. 1

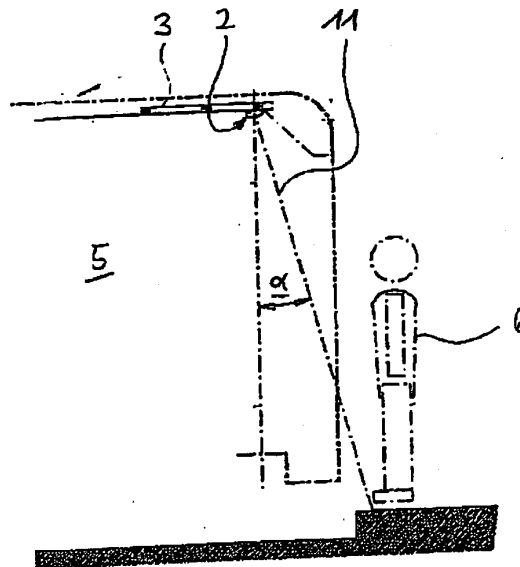


Fig. 2

